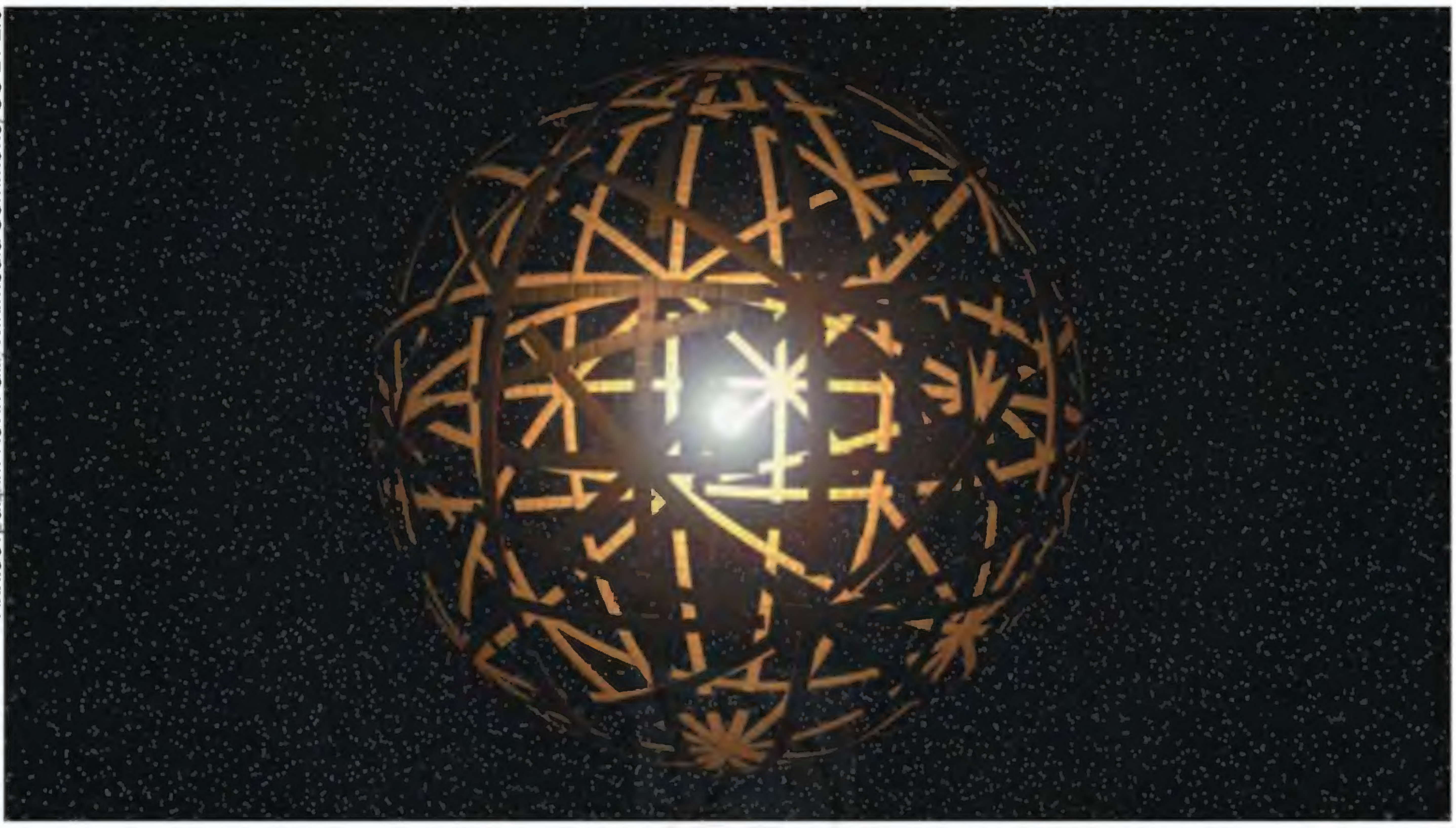
Ума палата

E-mail: umapalata@nkj.ru

ПОЗНАВАТЕЛЬНО-РАЗВИВАЮЩИЙ РАЗДЕЛ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

Иллюстрация: Kevin Gill/Wikimedia Commons/CC BY 2.0



Один из вариантов «сферы Дайсона» — гипотетической сферической оболочки большого радиуса со звездой в центре.

ДАЙСОН ПРОТИВ ДАЙСОНА

Павел АМНУЭЛЬ.

У советского писателя-фантаста Генриха Альтова есть небольшой рассказ «Девять минут». В далёком будущем возвращается домой звездолёт с экипажем. Фотонный двигатель развёрнут в сторону Солнечной системы, и поэтому люди не могут видеть ни наше светило, ни родную Землю. Когда торможение заканчивается и двигатель отключается, экипаж собирается в рубке, чтобы посмотреть, наконец, на свой дом. Но... Земли нет! Можно представить ужас людей, много лет путешествовавших в космосе, когда они понимают: у них больше нет дома! Проходит несколько кошмарных минут, прежде чем один из членов экипажа догадывается, что, возможно, люди научились ловить весь падающий на Землю видимый и ультрафиолетовый свет. И тогда почти одновременно все «подумали об инфраизображении. Если научились ловить весь падающий на Землю видимый и ультрафиолетовый свет, то инфракрасные, тепловые, лучи должны по-прежнему излучаться в пространство: иначе нарушится тепловой баланс планеты».

Звездолётчики переключают приборы на инфракрасный диапазон, и вот она — Земля, как ни в чём не бывало, плывёт в космическом пространстве!

Рассказ написан в 1964 году. Похожую идею предложил четырьмя годами раньше американский фи-

● **РАССКАЗЫ О НАУКЕ**

Фото: Monroem/Wikimedia Commons/CC BY-SA 3.0

Фримен Дайсон.

зик Фримен Дайсон (1923—2020). Не столько идею, сколько расчёты гигантского сооружения, которое перехватывало бы всю энергию Солнца, чтобы использовать её на благо человечества. А если бы такое сооружение создали представители иных высокоразвитых цивилизаций, то мы с Земли могли бы наблюдать удивительные инфракрасные звёзды и понять: у нас есть братья по разуму!

Так возникло новое направление в астрофизических исследованиях: поиски астроинженерной деятельности во Вселенной. Сооружения иных высокоразвитых цивилизаций получили название «сфер Дайсона», хотя он сам не хотел, чтобы концепция «сферы» была названа в его честь.

Родился Фримен Дайсон в 1923 году в Англии в семье гуманитариев. Отец его, Джордж, был известным музыкантом, мать, Милред Люси, — юристом. Часто дети идут по стопам родителей, но Фримен не увлёкся ни музыкой, ни юриспруденцией. Он с детства читал энциклопедии вместо школьных учебников и научную фантастику вместо сказок. Его сестра Алиса рассказывала, что брат постоянно что-то вычислял на клочках бумаги. По натуре Фримен — настоящий учёный, который постоянно находился в поиске. «Он считал, что в науке важно быть не ортодоксом, а заниматься новым, подрывать устои, бунтовать! Он делал это всю жизнь», — сказал о Дайсоне друг его юности, невролог Оливер Сакс.

В 1947 году Дайсон поступил в Корнеллский университет в США. Там произошло важное событие: он познакомился с уже известным в те годы Ричардом Фейнманом, будущим нобелевским лауреатом. Фейнман занимался квантовой механикой и участвовал в американском «атомном проекте».

Квантовая физика продемонстрировала свои возможности ещё до войны, когда учёные открыли цепную реакцию деления атомов урана и стало ясно, что при этом выделяется огромная энергия. Как говорил другой участник атомного проекта Энрико Ферми: «Это была красивая физика». Но красивая физика вынужденно привела к созданию самого грозного оружия и гибели японских городов Хиросима и Нагасаки. К счастью, квантовая физика позволила сконструировать не только бомбы, но и атомные электростанции, и атомные ледоколы, и атомные реакторы, создающие изотопы, в том числе и для медицинских целей.

Квантовая механика представлялась наукой не просто красивой, но непогрешимой — её прогнозы оправдывались всегда! С помощью квантовой механики учёные объяснили даже, почему светят звёзды (см. статью «Почему светят звёзды?», «Наука и жизнь» № 1, 2020 г.).

Следует ли удивляться, что бунтарь Фримен Дайсон выбрал для будущих занятий именно квантовую физику? С таким учителем, как Ричард Фейнман,

выбор был предопределён. По характеру они оказались очень похожи — оба были научными «еретиками».

В конце 1940-х годов квантовая теория была всё ещё далека от завершения. Оставалось множество белых пятен и нерешённых проблем. Например: как взаимодействуют заряженные частицы? Как они излучают и поглощают фотоны? Всякий раз, рассчитывая взаимодействия и превращения заряженных частиц, физики-теоретики получали в решениях сложнейших уравнений бесконечно большие величины — так называемые сингулярности. Сингулярность — то, что невозможно описать. То, что происходит в сингулярности, не соответствует известным закономерностям и правилам. Некоторые сингулярности проходят даже в школьной математике. Например, все знают, что делить на ноль нельзя. Получается нечто бесконечно большое, невозможное и не существующее в реальном мире.

Решая уравнения квантовой электродинамики, физики получали в результате сингулярности. Квантовая механика работала, а квантовая электродинамика топталась на месте, и если бы выход не был найден, у нас сейчас не было бы смартфонов, быстродействующих компьютеров, гигантских коллайдеров и многого другого, без чего мы не представляем сегодняшнюю цивилизацию.

Физики нуждались в новой, неожиданной идее, способной избавить теорию от сингулярностей. Такая бунтарская идея пришла в голову Ричарду Фейнману в 1949 году. То, что он придумал, получило название «диаграмм Фейнмана», поскольку внешне его рисунки действительно напоминали диаграммы: линии, прямые и волнистые, изображали траектории частиц, точки пересечения соответствовали самим частицам. Точки, линии и стрелки символизировали определённые физические процессы. Диаграммы получались очень сложными, но сингулярности исчезали. Однако мало кто мог в то время разобраться в диаграммах Фейнмана, и одним из немногих оказался Фримен Дайсон. Он не просто разобрался, но увидел и сумел объяснить физикам-теоретикам, какой глубокий физический смысл в диаграммах заключался. Можно сравнить фейнмановские диаграммы с замечательным механизмом, к которому Дайсон подобрал горючее и заставил работать. Теоретическая квантовая электродинамика сдвинулась, наконец, с «мёртвой точки» и начала быстро и успешно развиваться.

Прочитав работы Дайсона о фейнмановских диаграммах, Роберт Оппенгеймер, возглавлявший в ту пору Институт перспективных исследований в Принстоне, предложил ему пожизненную должность в этой цитадели самой передовой науки, где работал Эйнштейн!

В конце 1950-х годов на орбиту вышли первые советские и американские спутники, но никто не предполагал, что до полёта человека оставалось всего несколько лет. И никто, кроме фантастов, не мечтал, что человек сможет полететь к далёким планетам и даже к звёздам. Именно тогда Дайсон принял участие в уникальном проекте: создании космического корабля «Орион» с атомными двигателями.

Суть его идеи такова: в камере сгорания происходит ядерный взрыв, колоссальная энергия которого нагревает плазму до температуры в миллионы градусов. Плазма с огромной скоростью вылетает из сопла и создаёт ускорение, разгоняющее корабль. В следующее мгновение взрывается другая атомная бомба, за ней третья... двадцать пятая... Такую ракету за очень короткое время можно разогнать до скоростей в тысячи километров в секунду!

Дайсон увлёкся идеей. Прежде всего — это была чрезвычайно интересная физика. Но главное: уже в те годы Дайсон стал убеждённым сторонником полного ядерного разоружения.

Более того, он полагал, что, если государствам не удастся прийти к всеобщему соглашению, Соединённые Штаты должны отказаться от ядерного арсенала в одностороннем порядке. Этой позиции, которая многим (почти всем!) представлялась странной и еретической, Дайсон придерживался до конца жизни.

Выступая в марте 2009 года в Москве на семинаре в Физическом институте им. П. Н. Лебедева, Дайсон сказал, что по-прежнему убеждён: «Действия, предпринимаемые в одностороннем порядке, обычно приближают кардинальное разоружение эффективнее, чем многосторонние переговоры». В пример он привёл президента США Ричарда Никсона, который в 1969 году приказал уничтожить всё американское биологическое оружие. Он рисковал? Безусловно. Но в результате три года спустя была подписана международная конвенция, объявившая биологическое оружие вне закона.

Участие Дайсона в проекте «Орион» отразило его стремление к воплощению идеи полного атомного разоружения. Уже накопленный огромный ядерный арсенал нужно отправить в космос и заставить могучий корабль с ядерными двигателями полететь к далёким планетам, а, может быть, к звёздам!

Напомню, дело происходило в конце пятидесятых — начале шестидесятых годов прошлого века. Создать корабль не удалось, проект «Орион» закрыли. Но не потому, что учёные столкнулись с непреодолимыми трудностями. В 1961 году был подписан договор о запрещении всех ядерных испытаний, кроме подземных. Под запрет, естественно, попали и атомные взрывы в космосе, а значит, и космические аппараты на атомных двигателях взрывного типа. Наверняка Дайсон испы-

Проект звездолёта «Орион» с ядерными двигателями взрывного типа.

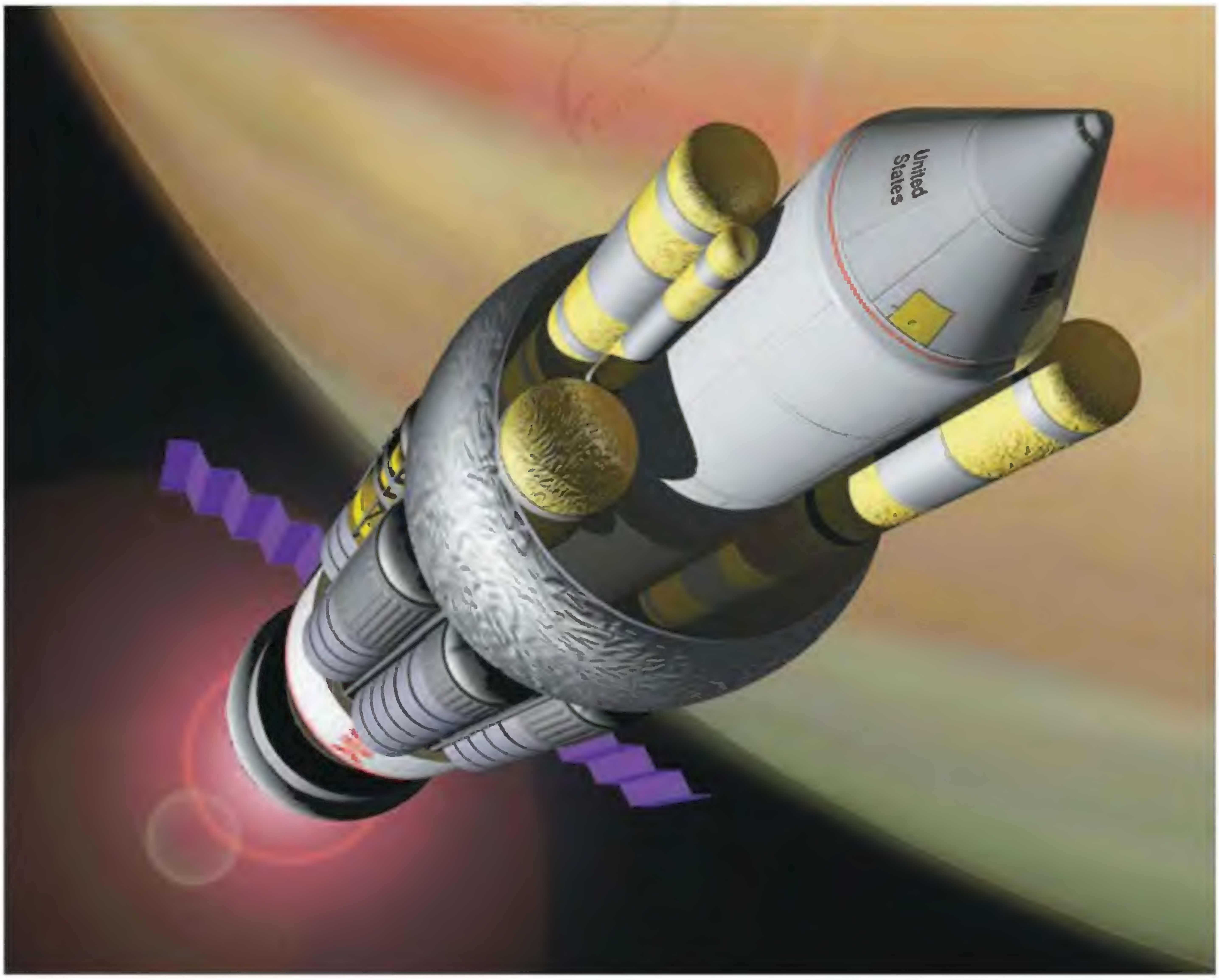


Иллюстрация: NASA/Wikimedia Commons/PD

тал противоречивые чувства. С одной стороны, он был сторонником ядерного разоружения, с другой — из-за договора работу над «Орионом» пришлось прервать (как оказалось — навсегда).

В шестидесятых—семидесятых годах Дайсон опубликовал немало интересных и важных работ в области физики твёрдых и жидких тел. Такие тела называют конденсированными, и для описания их свойств без квантовой механики не обойтись. Вспомнил Дайсон и своё юношеское увлечение математикой и опубликовал несколько работ по теории чисел и топологии.

Но сугубо теоретические исследования Дайсона не особенно интересовали. Бунтарь и «научный еретик» искал себя в самых важных для человечества областях науки, имевших практическое применение. Исследование климата — одна из таких проблем, едва ли не самая сложная в геофизике. Дайсон стал активным пропагандистом очередной неожиданной идеи. «Необходимо, — утверждал он, — перейти к “зелёной эволюции”». Человечество должно постепенно отказаться от «серой» (так её называл Дайсон) промышленности: от нефтепродуктов, химии, машин и вообще любой деятельности, не связанной с биотехнологиями. «Наша серая технология машин и компьютеров не исчезнет, — писал он, развивая свои идеи в книге «Прогресс в религии» (она вышла в 2000 году), — но зелёные технологии будут развиваться ещё быстрее. Они могут быть более чистыми, более гибкими и менее расточительными, чем химические отрасли. Огромное разнообразие предметов может быть выращено вместо того, чтобы быть сделанным. Зелёные технологии могут обеспечить человеческие потребности с гораздо меньшим ущербом для окружающей среды. Они могут принести богатство в тропические районы, где больше всего солнечного света, где живёт большая часть населения и где больше всего бедных».

Дайсон понимал: учёные и инженеры способны придумать многое, но ничего не добьются без поддержки политиков и финансистов. Принципиальные преобразования в обществе невозможно даже начать, если не будет достаточно средств. Чем больше и важнее цель, тем больше денег нужно для её осуществления. Значит, требуются политическая воля, решения на уровне государств, а то и содружеств нескольких стран.

«Зелёные технологии», как представлялось Дайсону, не только вытеснят современные «серые», но станут такими же общедоступными, как сегодня смартфоны, домашние компьютеры и компьютерные игры. Можно будет купить в магазине или через интернет аппарат для генной инженерии и в своём саду конструировать и выращивать новые сорта растений, дома выводить новые породы домашних животных, и дети будут играть не в компьютерные игры, а в биотехнологические.

Это и сейчас выглядит чистой фантастикой и даже вызывает страх. Ведь если дать человеку возможность играть с генами, как с игральными картами или кубиками, мало ли какого монстра или какое ядовитое растение он создаст? Идея «генетического конструктора» давно стала темой апокалипсических фантастических романов.

В 2006 году Дайсон опубликовал книгу «Учёный как бунтарь». В ней есть такая фраза: «Прогресс в науке часто строится на неправильных теориях, которые впоследствии исправляются. Лучше ошибиться, чем сомневаться».

Случалось, Дайсон и сам ошибался, но, в отличие от многих, не боялся совершать ошибки. Законы природы «построены таким образом, чтобы сделать Вселенную настолько интересной, насколько это возможно» — так он считал.

Можно ещё много рассказывать о Дайсоне как учёном и человеке и всё

равно не исчерпать тему. Но вернёмся к знаменитой «сфере Дайсона».

Занимаясь в проекте «Орион» кораблём, который, по идее, мог полететь к звёздам, Дайсон размышлял о том, как обнаружить в космосе признаки деятельности высокоразвитых цивилизаций. Тогда же Джузеппе Коккони и Филипп Моррисон предложили искать сигналы иных цивилизаций в радиодиапазоне, на волне длиной 21 см, где излучают атомы межзвёздного водорода. Возник проект OZMA — по названию сказки Фрэнка Баума «Мудрец из страны Оз». Самые крупные радиотелескопы мира начали сканировать небо в надежде поймать радиосигнал, природу которого невозможно было бы объяснить ничем, кроме искусственного происхождения.

Дайсон вспомнил прочитанный в отрочестве роман английского писателя-философа Олафа Стэплдона «Создатель звёзд», опубликованный в 1937 году. Это скорее не роман, а развёрнутое эссе об устройстве Вселенной с множеством новых научно-фантастических идей, которые впоследствии перекочевали на страницы книг писателей-фантастов. Среди идей Стэплдона была и такая: «Каждая солнечная система окружена сеткой световых ловушек, фокусирующих энергию звезды для разумного применения». Эту идею и использовал Дайсон в своих расчётах. Стэплдон был философом и писателем, Дайсон — учёным. Фантасты часто придумывают новое и необычное, но «до ума» идеи фантастов способна довести только наука.

Ещё один вариант «сферы Дайсона». Сфера состоит из отдельных прямоугольных блоков, собранных в кольца, обращающиеся вокруг звезды.

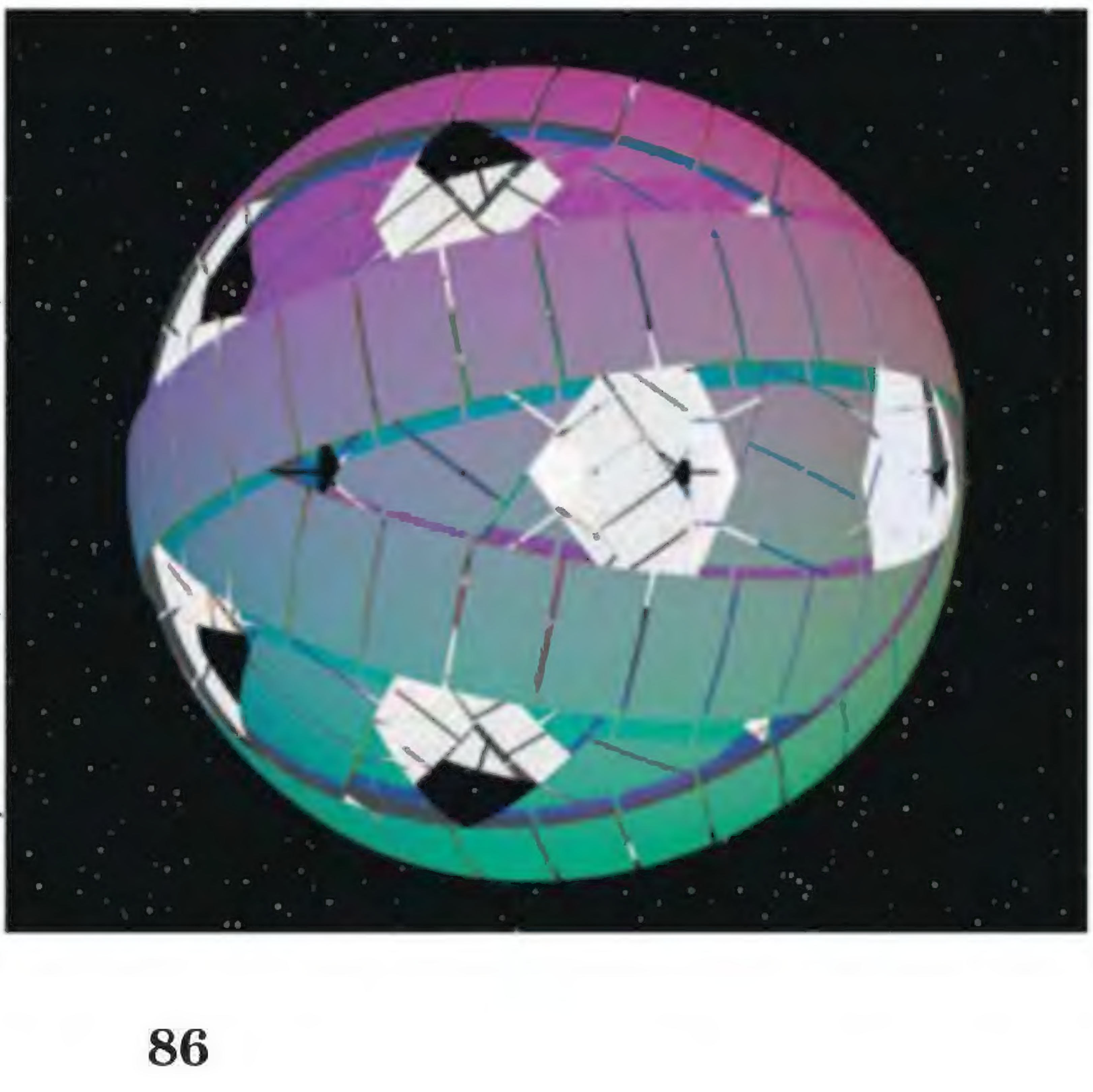


Иллюстрация: Arnero/Wikimedia Commons/PD

В 1960 году в журнале «Science» Дайсон опубликовал статью «Поиск искусственных звездообразных источников в инфракрасном диапазоне». Идея обрела плоть. Дайсон писал не о сплошной сфере, а о множестве «элементов, которые обращаются вокруг звезды по различным орбитам и собирают её свет». «Элементы» располагаются на расстоянии от звезды, примерно равном радиусу земной орбиты, и представляют собой огромные сооружения размером в десятки (а то и в сотни!) тысяч километров. Они подобны экранам, улавливающим свет Солнца. Их так много, что они собирают практически всю солнечную энергию излучения. Люди расселяются на внутренней, обращённой к Солнцу, поверхности «элементов», потому что нельзя всю солнечную энергию сфокусировать в одной точке — на планете Земля. Планета мгновенно испарится!

Чтобы создать такую систему, необходимо огромное количество «строительного вещества». Откуда его взять? Стэплдон предложил, а Дайсон его поддержал: нужно использовать материал большой планеты, например, Юпитера.

Но невозможно обойти закон сохранения энергии! Цивилизация употребляет для своих целей всю энергию, излучаемую звездой. Это не означает, что энергия куда-то исчезает. Из одного вида она переходит в другой: в энергию химических процессов, механического движения, но всегда, в конце концов, — в тепло. Тепловая энергия излучается в космическое пространство, иначе живые существа погибнут от перегревания.

Вариант «сферы Дайсона» вокруг Солнца.

Иллюстрация Д. Ильина/Wikimedia Commons/PD

По расчётам Дайсона, получалось, что излучать тепловую энергию система будет в инфракрасном диапазоне. Значит, искать внеземные цивилизации, считал он, нужно по избытку инфракрасного излучения в спектрах обычных звёзд — именно потому, что «элементы» не составляют сплошную сферу. Звезду тоже можно видеть.

И вот что интересно. О «сфере Дайсона» в самых разных её вариантах написано множество научно-фантастических произведений, но одним из первых откликнулся известный американский фантаст Пол Андерсон, и отзыв его был отрицательным! Андерсон назвал идею Дайсона восхитительной, но абсолютно невыполнимой — не только потому, что физически невозможно создать сплошную сферу около звезды, но больше по экономическим и эволюционным соображениям.

Автор идеи ответил Андерсону, кратко объяснив, что «создать твёрдую оболочку или кольцо, окружающее звезду, механически невозможно». «“Биосфера”, которую я предусмотрел, — писал Дайсон, — состоит из рыхлого скопления объектов, обращающихся вокруг звезды по независимым орбитам. Размер и форма отдельных объектов будут выбраны в соответствии с потребностями жителей. Мне были не интересны конструктивные детали биосферы, поскольку ожидаемое инфракрасное излучение от таких деталей не зависит... Да и вообще, — заканчивал Дайсон ответ фантасту, — обнаружение интенсивного точечного источника инфракрасного излучения само по себе не означает, что обнаружен внеземной разум. Напротив, одна из самых серьёзных причин для поиска таких источников заключается в том, что может быть обнаружено много новых типов природных астрономических объектов».

Позицию свою Дайсон выразил предельно ясно и затем многие годы был недоволен тем, что имя его накрепко связали с объектом, первоначальная идея которого принадлежала не ему, а Стэплдону. Выступая в мае 2013 года на симпозиуме в Сан-Диего, он в последний раз говорил, что очень не хотел бы, чтобы концепция «сферы» была названа в его честь...

Но кто ж его слушал?

В истории науки Фримен Дайсон так и останется прежде всего автором «сферы» — красивой, но неосуществимой идеи. Между тем, идея множества «элементов», обращающихся вокруг светила на разных орбитах, вполне может стать реальной. Не сейчас, конечно — в далёком будущем, когда человечеству для выживания понадобится вся энергия, излучаемая Солнцем. А пока астрофизики ищут на небе предсказанные Дайсоном инфракрасные звёзды — гигантские астроинженерные сооружения иных высокоразвитых цивилизаций. В фантастических произведениях — уже нашли. В реальности — пока нет.

Многого, о чём мечтал и писал Дайсон, пока нет. Ни всеобщего атомного разоружения, ни «зелёной промышленности», ни атомных звездолётов. Но всё это будет, не правда ли?